

# FILM DEPOSITION METHOD, CONTROL DEVICE FOR VACUUM FILM DEPOSITION APPARATUS AND VACUUM FILM DEPOSITION APPARATUS

BEST AVAILABLE COPY

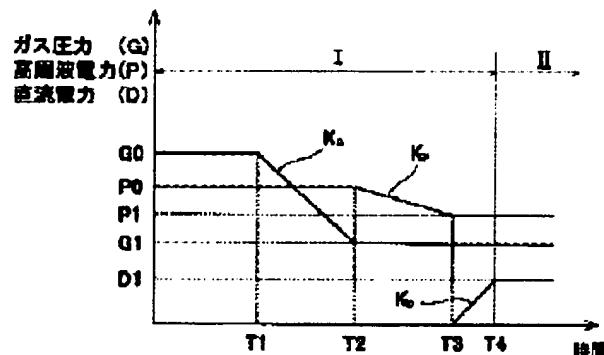
**Patent number:** JP2002212712  
**Publication date:** 2002-07-31  
**Inventor:** TOKOMOTO ISAO  
**Applicant:** SHIN MEIWA IND CO LTD  
**Classification:**  
 - international: C23C14/32; B01J19/08; H01L21/285; H05H1/46  
 - european:  
**Application number:** JP20010006231 20010115  
**Priority number(s):**

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2002212712

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To control film deposition conditions so as to stably maintain plasma discharge when a film is formed by ion plating.

**SOLUTION:** A method for depositing a film on a substrate arranged in a vacuum chamber by ion plating includes a main process II for supplying a first high-frequency electric power P1 under a first gas pressure G1 so as to deposit the film and a preliminary process I for supplying a prescribed high-frequency electric power under a prescribed gas pressure so as to generate plasma discharge before conducting the main process II. In the preliminary process I, the gas pressure is made higher than the first gas pressure G1 and the high-frequency electric power is made higher than the first high-frequency electric power P1 at the time of starting the process. Thereafter, the gas pressure is reduced to the first gas pressure G1 and the high-frequency electric power is adjusted to be equal to the first high-frequency electric power P1 by the time when the main process II is started.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-212712

(P2002-212712A)

(43)公開日 平成14年7月31日 (2002.7.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マークコード(参考)
C 23 C 14/32		C 23 C 14/32	B 4 G 0 7 5
B 01 J 19/08		B 01 J 19/08	H 4 K 0 2 9
H 01 L 21/285		H 01 L 21/285	B 4 M 1 0 4
H 05 H 1/46		H 05 H 1/46	A

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全8頁)

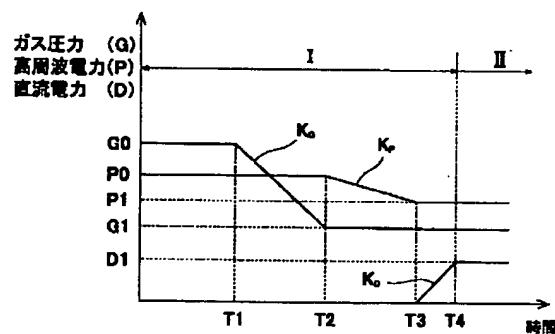
(21)出願番号	特願2001-6231(P2001-6231)	(71)出願人	000002358 新明和工業株式会社 兵庫県西宮市小曾根町1丁目5番25号
(22)出願日	平成13年1月15日 (2001.1.15)	(72)発明者	床本 繁 兵庫県西宮市田近野町6番107号 新明和 工業株式会社開発センタ内
		(74)代理人	100065868 弁理士 角田 嘉宏 (外2名) Fターム(参考) 4G075 AA24 AA61 BC03 CA25 CA47 CA65 DA11 EB01 EC21 FC11 4K029 CA03 DD02 EA03 EA09 FA05 4M104 DD36

(54)【発明の名称】成膜方法、真空成膜装置の制御装置、及び真空成膜装置

## (57)【要約】

【課題】イオンプレーティングにより成膜するにあたり、プラズマ放電を安定して維持させるように成膜条件の制御を行うことである。

【解決手段】真空チャンバ内に配置された基板にイオンプレーティングにより成膜するにあたり、以下の工程により行う。基板への成膜を第一のガス圧力G1下で第一の高周波電力P1を供給して主工程IIと、主工程IIに先駆けて所定のガス圧力下で所定の高周波電力を供給してプラズマ放電を生成させる予備工程Iとを含む工程によって行う。予備工程Iにおいて、その開始時のガス圧力を第一のガス圧力G1より大きくし、その開始時の高周波電力を前記第一の高周波電力P1以上とする。そして、主工程IIの開始時までに、ガス圧力を第一のガス圧力G1にまで減少させ、高周波電力を第一の高周波電力P1に調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空チャンバ内を所定のガス圧力とし、少なくとも所定の高周波電力を前記真空チャンバ内に供給して前記真空チャンバ内に配置された基板にイオンプレーティングにより成膜する成膜方法であって、前記基板への成膜を第一のガス圧力下で第一の高周波電力を供給してする主工程と、該主工程に先駆けて所定のガス圧力下で所定の高周波電力を供給してプラズマ放電を生成させる予備工程とを含んでなり、

前記予備工程において、その開始時のガス圧力を前記第一のガス圧力より大きくし、その開始時の高周波電力を前記第一の高周波電力以上とし、

前記主工程の開始時までに、ガス圧力を前記第一のガス圧力にまで減少させ、高周波電力を前記第一の高周波電力に調整することを特徴とする成膜方法。

【請求項2】 前記予備工程において、前記ガス圧力の減少を開始した後に、前記高周波電力の調整を開始することを特徴とする、請求項1に記載の成膜方法。

【請求項3】 前記予備工程において、ガス圧力を前記第一のガス圧力にまで減少させた後に、前記高周波電力の調整を開始することを特徴とする、請求項2に記載の成膜方法。

【請求項4】 前記成膜方法が真空チャンバ内にさらに直流電力を供給してするものであり、

前記主工程における直流電力を第一の直流電力として供給し、

前記直流電力を予備工程より供給するとともに、前記主工程の開始時までに前記第一の直流電力にまで増加させることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の成膜方法。

【請求項5】 前記予備工程における直流電力の供給を、前記高周波電力を第一の高周波電力に調整した後に開始することを特徴とする、請求項4に記載の成膜方法。

【請求項6】 真空チャンバ内を所定のガス圧力とし、少なくとも所定の高周波電力を前記真空チャンバ内に供給して前記真空チャンバ内に配置された基板にイオンプレーティングにより成膜する真空成膜装置の制御装置であって、

前記基板への成膜を第一のガス圧力下で第一の高周波電力を供給してする主工程を実行させるとともに、該主工程に先駆けて所定のガス圧力下で所定の高周波電力を供給してプラズマ放電を生成させる予備工程を実行させることができ、

前記予備工程において、その開始時におけるガス圧力を前記第一のガス圧力より大きくし、その開始時における高周波電力を前記第一の高周波電力以上にすることができ、

前記主工程の開始時までに、ガス圧力を前記第一のガス圧力にまで減少させ、高周波電力を前記第一の高周波電

力に調整する制御を行うことを特徴とする、真空成膜装置の制御装置。

【請求項7】 前記予備工程において、前記ガス圧力の減少を開始した後に、前記高周波電力の調整を開始させることを特徴とする、請求項6に記載の制御装置。

【請求項8】 前記予備工程において、ガス圧力を前記第一のガス圧力にまで減少させた後に、前記高周波電力の調整を開始させることを特徴とする、請求項7に記載の制御装置。

【請求項9】 前記真空成膜装置が、真空チャンバ内にさらに直流電力を供給させるように構成されており、前記制御装置は、

前記主工程における第一の直流電力として直流電力を供給させ、

前記直流電力の供給を前記予備工程より開始させるとともに、前記主工程の開始時までに前記第一の直流電力にまで増加させる制御を行うことを特徴とする、請求項6乃至8のいずれかに記載の制御装置。

【請求項10】 前記予備工程における直流電力の供給を、前記高周波電力を第一の高周波電力に調整した後に開始させることを特徴とする、請求項9に記載の制御装置。

【請求項11】 前記制御装置は、プログラマブルコントローラを備えてなり、該プログラマブルコントローラへの成膜条件の設定により、少なくとも前記予備工程を制御できるように構成されてなる、請求項6乃至10のいずれかに記載の制御装置。

【請求項12】 請求項6乃至11のいずれかに記載の制御装置を有する真空成膜装置。

30 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、イオンプレーティングに基づく成膜方法、真空成膜装置の制御装置、及び真空成膜装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 イオンプレーティングに基づく真空成膜装置にあっては、真空チャンバ内を所定のガス圧力としつつ高周波電力を供給し、真空チャンバ内にプラズマ放電を生成することにより、真空チャンバ内に配置された基板に成膜できるようにされている。

【0003】 そして、かかるイオンプレーティングにより成膜を行う場合、成膜時のガス圧力や電力の大きさは、成膜条件に従って一定のガス圧値や電力値を取るように制御される。即ち、膜の原料や基板の種類等に応じて、目標とする膜に形成できるように所望のプラズマを生成するべく、ガス圧力及び電力が制御されるようにされている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、かかるイオンプレーティングに基づく真空成膜を行うにあたり、比

較的にガス圧力を低くして成膜したい場合がある。

【0005】即ち、成膜の対象となる基板が樹脂製等である場合に、基板に対する熱的影響を低減したいことがあり、ガス圧力をより低圧として成膜することが望まれる。

【0006】また、低圧で成膜したほうが、蒸発源から飛び出た蒸発粒子が基板に到達するまでにガス分子に衝突する確率が低くなり、高圧で成膜する場合に比べてより高エネルギーの状態で基板に入射させることができ。これにより、成膜された膜の密度を高くすることができ、膜の光に対する屈折率を高めること等ができる。

【0007】しかし、ガス圧力を低くした状態で成膜しようとすると、プラズマ放電を安定して生成させることができ難しく、プラズマ放電を発生させ得ないか、一旦発生させたプラズマ放電の不安定を招き消滅させてしまう場合もある。

【0008】そこで、本発明は、イオンプレーティングにより成膜するにあたり、プラズマ放電を安定して維持させるように成膜条件の制御を行うことを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、真空チャンバ内を所定のガス圧力とし、少なくとも所定の高周波電力を前記真空チャンバ内に供給して前記真空チャンバ内に配置された基板にイオンプレーティングにより成膜する成膜方法であって、前記基板への成膜を第一のガス圧力下で第一の高周波電力を供給してする主工程と、該主工程に先駆けて所定のガス圧力下で所定の高周波電力を供給してプラズマ放電を生成させる予備工程とを含んでなり、前記予備工程において、その開始時のガス圧力を前記第一のガス圧力より大きくし、その開始時の高周波電力を前記第一の高周波電力以上とし、前記主工程の開始時までに、ガス圧力を前記第一のガス圧力にまで減少させ、高周波電力を前記第一の高周波電力に調整することを特徴としている（請求項1）。

【0010】この成膜方法によると、実際に基板に成膜を行う主工程に先駆けて前記予備工程を実行し、該予備工程よりプラズマ放電を生成させてプラズマ放電を安定させた後に前記主工程を実行する。従って、前記主工程における成膜条件である第一のガス圧力及び第一の高周波電力下ではプラズマ放電を開始することが容易でない場合でも、前記予備工程により予めプラズマ放電が安定して生成されているので、主工程における成膜条件下でプラズマ放電を安定して維持することができる。

【0011】そして、前記予備工程において、前記ガス圧力の減少を開始した後に、前記高周波電力の調整を開始することができる（請求項2）。これにより、高周波電力を調整する前にガス圧力を変化させて、真空チャンバ側に高周波電力を供給するにあたり、その動作をより安定させ易くプラズマ放電をより安定させ易い。

10

20

30

40

50

【0012】そして、前記ガス圧力の減少を開始した後に前記高周波電力の調整を開始するにあたり（請求項2）、ガス圧力を前記第一のガス圧力にまで減少させた後に前記高周波電力の調整を開始することができる（請求項3）。これにより、ガス圧力を第一のガス圧力とした後に高周波電力を調整するので、高周波電力を調整しつつ供給してプラズマ放電を維持するにあたり、該プラズマ放電をより安定させ易い。

【0013】そして、以上の成膜方法について（請求項1乃至3）、真空チャンバ内にさらに直流電力を供給して行うことができ、前記主工程における直流電力を第一の直流電力として供給し、前記直流電力を予備工程より供給するとともに、前記主工程の開始時までに前記第一の直流電力にまで増加させることができる（請求項4）。

【0014】これにより、前記直流電力も供給して成膜するにあたり、成膜上所要の第一の直流電力とされる主工程に先駆けて予備工程より直流電力を供給するので、主工程における直流電力の供給に伴うプラズマ放電の不安定を招くことがない。

【0015】そして、前記予備工程において直流電力を供給するにあたり（請求項4）、前記高周波電力を第一の高周波電力に調整した後に開始することができる（請求項5）。これにより、予備工程において、真空チャンバ内に高周波電力と直流電力を供給するにあたり、これら双方を共に変化させることないので、プラズマ放電をより安定にして維持することができる。

【0016】そして、以上の主工程及び予備工程について、真空成膜装置を制御するための以下の制御装置によって実行させることができる。即ち、真空チャンバ内を所定のガス圧力とし、少なくとも所定の高周波電力を前記真空チャンバ内に供給して前記真空チャンバ内に配置された基板にイオンプレーティングにより成膜する真空成膜装置の制御装置を、前記基板への成膜を第一のガス圧力下で第一の高周波電力を供給してする主工程を実行させるとともに、該主工程に先駆けて所定のガス圧力下で所定の高周波電力を供給してプラズマ放電を生成させる予備工程を実行させることができ、前記予備工程において、その開始時におけるガス圧力を前記第一のガス圧力より大きくし、その開始時における高周波電力を前記第一の高周波電力以上とすることで、前記主工程の開始時までに、ガス圧力を前記第一のガス圧力にまで減少させ、高周波電力を前記第一の高周波電力に調整する制御を行うように構成することができる（請求項6）。

【0017】この発明の制御装置により真空成膜装置を制御し、前記主工程及び予備工程を実行すると、以上に説明したように、前記主工程における成膜条件である第一のガス圧力及び第一の高周波電力下ではプラズマ放電を開始させることができない場合でも、前記予備工程により予めプラズマ放電を安定させるようにされている

ので、主工程における成膜条件下でもプラズマ放電を安定して維持させることができる。

【0018】また、前記制御装置を、前記予備工程において、前記ガス圧力の減少を開始した後に、前記高周波電力の調整を開始させるように構成することができる（請求項7）。これにより、高周波電力を調整する前にガス圧力を変化させて、真空チャンバ側に高周波電力を供給させるにあたり、その動作をより安定させるよう構成することができる（請求項7）。

【0019】また、前記ガス圧力の減少を開始した後に高周波電力の調整を開始させる制御装置（請求項7）について、さらにガス圧力を前記第一のガス圧力にまで減少させた後に、前記高周波電力の調整を開始させるよう構成することができる（請求項8）。これにより、ガス圧力を第一のガス圧力とした後に高周波電力を調整させることで、高周波電力を変化させつつ供給してプラズマ放電を維持するにあたり、該プラズマ放電をより安定させるよう構成することができる。

【0020】そして、真空成膜装置が真空チャンバ内にさらに直流電力を供給するように構成されている場合に、該真空成膜装置を制御する制御装置を、前記主工程における第一の直流電力として直流電力を供給させ、前記直流電力の供給を前記予備工程より開始させるとともに、前記主工程の開始時までに前記第一の直流電力にまで増加させる制御を行うように構成することができる（請求項9）。

【0021】これにより、前記直流電力も供給して成膜するにあたり、成膜上所要の第一の直流電力とされる主工程に先駆けて予備工程より直流電力を供給するので、主工程における直流電力の供給に伴うプラズマ放電の不安定を招くことがない。

【0022】そして、前記直流電力の供給を制御できる制御装置（請求項9）について、前記予備工程における直流電力の供給を、前記高周波電力を第一の高周波電力に調整した後で開始するように構成することができる（請求項10）。これにより、高周波電力と直流電力とが供給される予備工程を制御するにあたり、これら双方を共に変化させることができるので、プラズマ放電をより安定させるよう構成することができる。

【0023】そして、以上の制御装置（請求項6乃至10）について、プログラマブルコントローラを備えて構成し、該プログラマブルコントローラに成膜条件を設定することにより、少なくとも前記予備工程を制御するように構成することができる（請求項11）。これにより、プログラマブルコントローラに成膜条件を設定することで、上記予備工程を実行させることができるので、プログラマブルコントローラに与えるプログラムを介して、予備工程の内容を自在に設定することができる。

【0024】また、以上の制御装置（請求項6乃至1

1）を備えた真空成膜装置によると（請求項12）、前記主工程の成膜条件下でプラズマ放電を安定して維持することができるので、主工程の成膜条件に基づいて形成しようとする膜に安定して成膜することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について、図1乃至図3に基づいて説明する。

【0026】図1は、本発明の実施に用いることができる真空成膜装置20の概略構成を示す模式図である。この真空成膜装置20は、イオンプレーティングと呼ばれる真空成膜の方式に基づき膜を形成できるように構成されている。

【0027】真空チャンバ1は、内部の空間が真空ポンプによって排気される。また、真空チャンバ1は、内部の空間に給気口18より不活性ガスや膜の原料ガスを供給できるように構成されている。

【0028】そして、給気口18のチャンバ1内へガスを導通させるバルブの開閉度や真空ポンプの排気力を調節することにより、チャンバ1内のガス圧力の自在な調節が可能であり、 $10^{-3}$ Pa以上 $10^{-1}$ Pa以下の範囲についても自在に調節できる。

【0029】そして、前記給気口18のバルブの開閉度や真空ポンプの排気力は後に説明する制御装置12により制御されるようにされており、これによりチャンバ1内のガス圧力が制御されるようにされている。

【0030】真空チャンバ1内の上部には、膜が形成される基板5を保持するための基板ホルダ2が配設されている。基板ホルダ2は、図1に特に図示されないモータによって回転駆動されるようにされており、回転自在に保持される。

【0031】基板ホルダ2は、導電性材料によって形成され、高周波電源15及び直流電源16の各々と接続されている。即ち、この真空成膜装置20の例では、基板ホルダ2は、プラズマ放電を生成させる電力を供給するための電極として機能するようにされている。

【0032】高周波電源15は高周波電力を出力し、直流電源16は直流電力を出力する。高周波電源15は、図1に図示されない直流ブロッキングコンデンサと図1に示されるマッチング回路（MB）17とを介して基板ホルダ2と接続される。また、直流電源16は、図1に図示されないチョークコイルを介して基板ホルダ2と接続される。

【0033】そして、高周波電源15及び直流電源16とチャンバ1側とを接続するにあたり、図1に示されるように、導電性材料で形成される真空チャンバ1が接地されるとともに、高周波電源15の出力端子のうち基板ホルダ2側に対する他方側が接地される。また、直流電源16は、基板ホルダ2側が負極となるように接続される。

【0034】なお、直流電源16を用いることなく高周

波電力のみ供給するのであっても成膜は可能であるが、直流電力も供給するようにすると、イオンをより強く基板5へ入射させることができ、基板5に対して膜を付着させ易く成膜が容易となる。

【0035】また、上記高周波電源15及び直流電源16は、出力の大きさや出力の開始及び終了のタイミング、時間に対して出力が変化する特性等について、後に説明する制御装置12によって制御されるようにされている。また、高周波電源15については、出力の周波数についても制御装置12により制御されるようにされている。

【0036】マッチング回路17は、高周波電源15に対するチャンバ1側のインピーダンスをマッチングさせるべくマッチング動作する。このマッチング回路17は、図2に示すように、例えば可変コンデンサC1、C2及びチョークコイルL1からなる周知のものである。

【0037】そして、マッチング回路17は、チャンバ1内のガス圧力の変化等に伴うチャンバ1側のインピーダンスの変化や、電源15の動作状態の変化に伴う電源15側のインピーダンスの変化に対して、該マッチング回路17のインピーダンスが自動的に変化し、電源15側のインピーダンスとチャンバ1側のインピーダンスとをマッチングさせるようにされている。

【0038】チャンバ1内の下部には、膜の原料物質をチャンバ1内の空間に蒸発させるための蒸発源10が配置されている。蒸発源10を、図1に示されるように、ルツボ7と電子銃8とにより構成することができる。そして、ルツボ7には膜の原料9が供給される。膜の原料9は、電子銃8による電子ビーム11の照射によりチャンバ1内の空間へ蒸発される。そして、前記真空チャンバ1内に供給された高周波電力及び直流電力により、前記蒸発源10より蒸発した膜の原料をプラズマ化させることができる。

【0039】制御装置12は、該制御装置12以外の成膜装置20に含まれる以上に説明した各機器の動作を制御するべく制御信号を出し、またこれら機器より出力された信号が入力されるようにされており、成膜装置20によって実行される成膜工程を制御するようにされている。

【0040】なお、制御装置12と前記各機器との間での信号の入出力は、ディジタル制御において周知である特に図示されないインターフェース機構やA/D変換機構等を介してするよう構成されている。

【0041】制御装置12は、プログラマブルコントローラを備え、該プログラマブルコントローラに与えられるプログラムに成膜手順を自在に記述できるようにされている。これにより、制御装置12は、成膜装置20により実行させる成膜条件を予め自在に設定することができ、所望の成膜工程を実行させることができる。

【0042】なお、プログラマブルコントローラの例と

してシーケンサを挙げることができる。シーケンサによると、実行したい工程の内容をプログラムに記述することが容易であり、所望の成膜工程を設定することが容易である。

【0043】そして、制御装置12のプログラマブルコントローラに与えられるプログラムには、基板5に成膜する主工程を実行するための成膜条件、及び主工程に先駆けてプラズマ放電を生成する予備工程を実行するための成膜条件が記述されている。

【0044】そして、主工程の成膜条件として設定される内容には、以下の内容が含まれる。即ち、主工程にあっては、チャンバ1内のガス圧力が第一のガス圧力とされる。この第一のガス圧力は、比較的に低圧とされ概ね $6.67 \times 10^{-3}$ Pa以上 $6.67 \times 10^{-2}$ Pa以下の範囲とされる。また、主工程において、高周波電源15より出力される電力は第一の高周波電力とされ、直流電源16より出力される電力は第一の直流電力とされる。

【0045】上記第一のガス圧力、第一の高周波電力及び第一の直流電力について、基板5や膜の原料物質の種類等に応じた所要のプラズマを生成させ、目標とする膜に成膜できるように選択される。

【0046】また、予備工程における成膜条件として設定される内容には、以下の内容が含まれる。即ち、予備工程におけるチャンバ1内のガス圧力は、その開始時において前記第一のガス圧力より大きくされ、前記主工程の開始時までに前記第一のガス圧力にまで減少される。

【0047】この予備工程の開始時を含む初期のガス圧力について、第一のガス圧力に対する4倍以上100倍以下の範囲、例えば $1.33 \times 10^{-1}$ Pa以上 $6.67 \times 10^{-1}$ Pa以下の範囲で設定するのが好ましい。即ち、予備工程の初期においてプラズマ放電を安定して生成させる一方、第一のガス圧力に比べて必要以上に大きな圧力としないためである。

【0048】また、予備工程における高周波電源15の出力について、その開始時における出力は前記第一の高周波電力以上とされ、前記主工程の開始時までに前記第一の高周波電力を調整することが行われる。即ち、予備工程において、開始時の高周波電力が第一の高周波電力よりも大きくなる場合には主工程の開始時まで第一の高周波電力とするべく減少され、また、開始時の高周波電力が第一の高周波電力とされる場合には、そのまま主工程の開始時まで維持される。

【0049】この予備工程の開始時を含む初期の高周波電力について、第一の高周波電力に対する5倍以下の範囲で設定するのが好ましい。即ち、予備工程の初期においてプラズマ放電を安定して生成させる一方、第一の高周波電力に比べて必要以上に大きな電力としないためである。

【0050】また、直流電源16の出力について、予備工程より出力が開始され、前記主工程の開始時までに前

記第一の直流電力にまで増加される。

【0051】前記予備工程においてガス圧力を減少させるにあたり、一定時間内に連続して変化させるのが好ましい。ガス圧力を変化させるにあたり、急峻に変化させることなく連続して変化させることにより、プラズマ放電を安定させることができ、一旦生成させたプラズマを安定して維持させ得るからである。

【0052】また、前記予備工程において高周波電力を減少させるにあたっては、一定時間内に連続して変化させるのが好ましい。高周波電力を変化させるにあたり、急峻に変化させることなく連続して変化させることにより、プラズマ放電を安定させることができ、一旦生成させたプラズマ放電を安定して維持させ得るからである。

【0053】また、前記予備工程において直流電力を増加させるにあたり、一定時間内に連続して変化させるのが好ましい。直流電力を変化させるにあたり、急峻に変化させることなく連続して変化させることにより、プラズマ放電を安定させることができ、一旦生成させたプラズマを安定して維持させ得るからである。

【0054】そして、前記ガス圧力、高周波電力及び直流電力を一定時間内に連続して変化させるにあたっては、時間の経過に対して直線的に変化させるのがより好ましい。このようにすると、経過時間に比例してガス圧力や電力を緩やかに変化させて、プラズマ放電をより確実に安定させ得るからである。

【0055】また、前記予備工程におけるガス圧力と高周波電源15の出力に関して、ガス圧力を第一のガス圧力とした後に高周波電力の調整を開始させるのがより好ましい。即ち、ガス圧力を第一のガス圧力に安定させた以降にあっては、真空チャンバ1側のインピーダンスを高周波電源15のインピーダンスとマッチングせしめたり、マッチング回路17の調節がより容易であり、プラズマ放電の安定をより容易に図ることができるからである。

【0056】また、前記予備工程における高周波電源15の出力と直流電源16の出力に関して、高周波電力を第一の高周波電力に調整した後に直流電力の出力を開始させるのがより好ましい。高周波電力を変化させつつ併せて直流電力の供給も開始する場合に比べて、プラズマ放電をより確実に安定させることができるからである。

【0057】以上に説明した予備工程を実行することにより、以下の意義がある。即ち、基板5に成膜を行う主工程における第一のガス圧力が前記低圧とされると、所要の第一のガス圧力及び第一の高周波電力によりプラズマ放電を開始させることは容易でない。上記予備工程を実行すると、ここで設定される初期のガス圧力及び電力の条件下であると、プラズマ放電を開始させることが容易となる。

【0058】そして、予備工程の終期においてプラズマ放電を安定して維持し、プラズマの異常放電等の不安定

を起こさせることもなく、プラズマ放電を安定させた状態でその後に実行される主工程へ移行することができる。

【0059】以上説明した予備工程及び主工程を実行するための成膜条件のより具体的な例について、図3を参考しつつ説明する。図3は、成膜工程の時間の経過に対する、ガス圧力及び電力についての成膜条件を示す図である。

【0060】図3において、横軸は経過時間に対応している。また、縦軸は、真空チャンバ1内のガス圧力G、高周波電源15より出力される高周波電力P、直流電源16より出力される直流電力に係る電圧Dの大きさに対応している。図3において、Iは予備工程として実行される範囲であり、IIは主工程として実行される範囲である。

【0061】主工程では、第一のガス圧力G1は $6.67 \times 10^{-3}$ Pa～ $6.67 \times 10^{-2}$ Paの範囲におけるいずれか一の圧力とされ、第一の高周波電力P1が200W程度の出力とされ、第一の直流電力はその直流電圧

D1を500V程度として供給されている。また、主工程における前記ガス圧力G1、高周波電力P1、直流電力D1は、図3に示されるように、時間の経過に対して変化することなく、主工程の開始時より略一定となるよう制御される。

【0062】次に、予備工程において、初期のガス圧力G0は、開始時より時間T1まで $1.33 \times 10^{-1}$ Pa程度で略一定とされる。そして、予備工程におけるガス圧力は、時間T1より減少を開始し、時間T2で前記第一のガス圧力G1となるように減少される。そして、時間T2以後は前記第一のガス圧力G1で略一定を保つよう

にされる。

【0063】前記時間T1について1秒以上5秒以下の範囲に設定するのが望ましい。前記予備工程における初期のガス圧力をかかる時間の範囲で維持すれば、プラズマ放電を開始して安定させる上で十分だからである。

【0064】そして、前記ガス圧力を時間T1からT2にかけて減少させるにあたり、図3に示されるように、時間に対して直線的に減少させている。即ち、ガス圧力の減少量と時間との間で一定の比例関係が成立するよう

に減少させている。

【0065】そして、ガス圧力を時間に対して直線的に減少させるにあたり、その比例係数k<sub>0</sub>を、 $-3.33 \times 10^{-3}$ Pa/sec以上～ $-1.32 \times 10^{-1}$ Pa/sec以下の範囲とするのが望ましい。これにより、チャンバ1側のインピーダンスを緩やかに変化させ、プラズマ放電をより安定して維持させ得るからである。

【0066】次に、予備工程において、初期の高周波電力P0は、開始時より時間T2まで600W程度で略一定とされる。そして、予備工程における高周波電力は、時間T2より減少を開始し、時間T3で前記第一の高周

波電力  $P_1$  となるように調整される。そして、時間  $T_3$  以降は前記第一の高周波電力  $P_1$  で略一定を保つようになる。

【0067】そして、時間  $T_2$  から  $T_3$  にかけて高周波電力を減少させるにあたり、図3に示されるように、時間に対して直線的に減少させている。即ち、高周波電力の減少量と時間との間で一定の比例関係が成立するように減少させている。そして、高周波電力を時間に対して直線的に減少させるにあたり、その比例係数  $k_p$  を、 $-100\text{W/sec}$  以上の範囲とするのが望ましい。これにより、供給する電力を緩やかに減少させ、プラズマ放電をより安定して維持させ得るからである。

【0068】次に、予備工程において、直流電力は、時間  $T_3$  より供給が開始され、時間  $T_4$ （予備工程の終了時、及び主工程の開始時にあたる）で前記第一の直流電力となるように増加される。そして、直流電力を増加させるにあたり、図3に示されるように、時間に対して直線的に増加させている。即ち、直流電力の増加量と時間との間で一定の比例関係が成立するように増加させている。そして、直流電力を時間に対して直線的に増加させるにあたり、その比例係数  $k_d$  を、 $30\text{V/sec}$  以上  $100\text{V/sec}$  以下の範囲とするのが望ましい。これにより、供給する電力を緩やかに増加させ、プラズマ放電をより安定して維持させ得るからである。

【0069】なお、主工程における第一の高周波電力  $P_1$  と、予備工程における初期の高周波電力  $P_0$ との間で電力差を設ける必要がない場合は、予備工程において、初期の高周波電力  $P_0$  を  $600\text{W}$  程度に維持するよう調整した状態のまま第一の高周波電力  $P_1$  として主工程に移行してもよい。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、イオンプレーティングにより成膜を行うにあたり、基板\*

\* に実際に成膜する主工程に先駆けて予備工程を実行し、該予備工程よりプラズマ放電を生成させて安定させるので、その後に実行される主工程における成膜条件下においてもプラズマ放電を安定させ維持することができる。これにより、前記主工程における成膜条件が、プラズマ放電を開始させることができない条件に設定されている場合であっても、該主工程においてプラズマ放電を安定させて維持できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明に用いることができる真空成膜装置の模式図である。

【図2】図1の真空成膜装置のマッチング回路の概略的な回路図である。

【図3】時間とともに変化する成膜条件の具体例を表す図である。

【符号の説明】

1 真空チャンバ

2 基板ホルダ

5 基板

20 7 ルツボ

8 電子銃

9 膜の原料物質

10 蒸発源

11 電子ビーム

12 制御装置

15 高周波電源

16 直流電源

17 マッチング回路

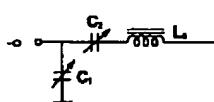
18 給気口

30 20 真空成膜装置

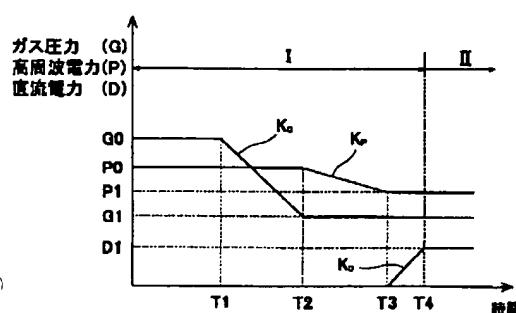
C1, C2 可変コンデンサ

L1 チョークコイル

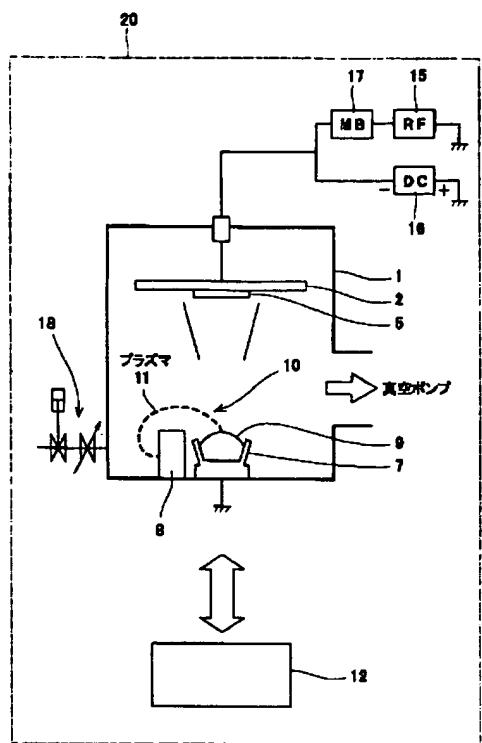
【図2】



【図3】



【図1】



BEST AVAILABLE COPY